©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Nachr. entomol. Ver. Apollo, Frankfurt, N.F. **11 (1)**: 1–9 – März 1990
ISSN 0723-9912

Beobachtungen bei der Zucht von *Polyommatus icarus* ROTT. (Lep., Lycaenidae) auf verschiedenen Futterpflanzen

von

Konrad FIEDLER

Zusammenfassung: *Polyommatus icarus* kann auf *Robinia pseudacacia* bis zum Falter gezogen werden, wobei im Versuch eine Verlängerung der letzten beiden Larvalstadien um 60 % und eine Verminderung der Puppenmasse um 62,5 % gegenüber simultan auf *Coronilla varia* gezogenen Geschwisterraupen auftrat. Auf Robinie gezogene Raupen zeigten stark eingeschränkte Sekretionsaktivität des dorsalen Nektarorgans; der Einfluß des larvalen Futters auf die Myrmekophilie wird diskutiert.

Observations during rearing experiments with *Polyommatus icarus* larvae (Lepidoptera, Lycaenidae) on different foodplants

Abstract: *Polyommatus icarus* ROTT. can be reared to adult using leaves of the North American ornamental tree *Robinia pseudacacia* L. (Fabaceae) as larval food. This results in a 62.5 % loss of pupal weight and a prolongation of 60 % of the third and fourth larval instar compared with sister larvae which were reared simultaneously on the herb *Coronilla varia* L. (Fabaceae), a natural host plant. Larvae reared on *Robinia* lost their ability to produce carbohydrate secretions from their dorsal nectary organ, while the function of the pore cupola organs and the retractile tentacles seemed to be not affected by the choice of larval food. *P. icarus* shows a rather low level of myrmecophily compared with other *Polyommatus* species. The foodplant effects on myrmecophily are discussed.

Einleitung

Für ökologische oder ethologische Arbeiten mit Schmetterlingen ist es zumeist erforderlich, die betreffenden Arten in großer Zahl mit vertretbar niedrigem Aufwand zu züchten. Bei sogenannten "Labortieren" gelingt dies inzwischen ohne Schwierigkeiten, während andere Arten

Eingang: 12.ix.1989

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

den Bearbeiter immer wieder vor Probleme stellen. Im Rahmen eigener umfangreicher Studien zur Ökologie (speziell Myrmekophilie) der Lycaenidae stand ich wiederholt vor dem Problem, große Mengen an Raupen ohne einen unvertretbar hohen Aufwand bei der Haltung und Futterbeschaffung zu züchten. Die Mehrzahl der Lycaenidenraupen ist zweifellos als Futterspezialist einzustufen: entweder sind die Arten mono- oder oligophag, oder sie fressen nur bestimmte Teile ihrer Wirtspflanzen, z. B. Blüten oder Früchte (MALICKY 1969 a). Nur wenige Arten in Europa gelten als relativ polyphag, so auch *Polyommatus icarus* ROTTEMBURG, 1775.

Die Literatur (z. B. WEIDEMANN 1986, SBN 1987) gibt eine lange Reihe von Fabaceen als Futterpflanzen an, wobei nicht immer klar ersichtlich ist, ob es sich um reine Zuchtbefunde oder auch um Freilanddaten handelt. Zweifellos fressen die Raupen von *P. icarus* die Mehrzahl der krautigen europäischen Fabaceen, aber deren Stellenwert als Wirtspflanze im Freiland wie auch ihre praktische Eignung für die Zucht ist sehr unterschiedlich. So wurden in eigenen Versuchen *Trifolium repens* L. und *T. pratense* L. gut als Futter akzeptiert, doch stellte sich alsbald heraus, daß der Arbeitsaufwand bei Verwendung dieser häufigen, kleinblättrigen Kleearten mit nur drei Fiederblättchen reichlich hoch wird, wenn man Massenzuchten durchführt. Sowohl das Abschneiden des Futters als auch das Absuchen beim Auswechseln verbraucht viel Zeit, zumal sich die Raupen oft gut getarnt an den Blattadern oder -rändern verstecken. Um diesem Dilemma zu entgehen, suchte ich nach Fabaceen, die eine große Blattmasse und -fläche liefern, dabei aber möglichst leicht zu beschaffen sind. Ein geeigneter Kandidat war die überall gepflanzte und verwilderte Robinie (*Robinia pseudacacia* L.), ein aus Nordamerika eingeführter Forst- und Zierbaum, an dem meines Wissens noch keine Zuchtversuche mit *P. icarus* durchgeführt wurden.

In ersten Fraßversuchen bot ich L_3 und L_4 von *P. icarus* Robinienblätter an, die nach kurzer Zeit gut befressen wurden. Die Raupen waren in den ersten beiden Stadien mit *Trifolium pratense* gefüttert worden. Im nächsten Schritt bot ich *R. pseudacacia* und *T. pratense* simultan an. Hier bevorzugten manche Raupen sogar die ungewohnte Robinie. Somit war die prinzipielle Befreßbarkeit von *R. pseudacacia* für *P. icarus* gezeigt, und ich beschloß, die Eignung dieser "unnatürlichen" Futterpflanze und ihre Auswirkungen auf die Larvalentwicklung und auf die Myrmekophilie durch gezielte Experimente zu klären.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Material und Methoden

Alle Versuchsraupen stammten aus der Nachkommenschaft (insgesamt 485 Eier) eines ♀ aus Südfrankreich (Departement Var: Lorgues, 14. 5. 1989). In einem Parallelversuch mit vier Futterpflanzen wurden je 12 frisch gehäutete L_3 bzw. in Häutung befindliche L_2 in Gläser (200 ml) mit Blättern folgender Futterpflanzen gesetzt: *Coronilla varia* L., *Trifolium pratense, T. repens* und *Robinia pseudacacia*. Das Futter wurde alle 2 Tage erneuert, die Entwicklung der Raupen protokolliert und das Puppengewicht (als Maß für die Größe der Falter und ihren potentiellen Reproduktionserfolg, vgl. ELGAR & PIERCE 1988) bestimmt. Die Zuchten erfolgten im Labor bei 22–27 °C in der Zeit vom 10. 6.– 27. 7. 1989 unter natürlichem Hell-Dunkel-Wechsel.

Versuche zur Myrmekophilie wurden mit Raupen im vierten (letzten) Stadium durchgeführt. Dazu wurden jeweils 50 Arbeiterinnen der Rasenameise *Tetramorium caespitum* L. (Formicidae: Myrmicinae) in eine "Versuchsarena" (Plastikbox von 10 × 5 cm Grundfläche und 5 cm Höhe) gesetzt, und nach einer Eingewöhnungszeit wurde eine Raupe hinzugefügt (vgl. FIEDLER 1988). Im Abstand von 30 s (Versuchsdauer 30 min) wurde die Anzahl der direkt auf oder an der Raupe befindlichen Ameisen ermittelt (= "Attraktivität"); außerdem wurde die Aktivität der myrmekophilen Organe (dorsales Nektarorgan und Tentakelorgane) ständig beobachtet. Aus den 60 Attraktivitätswerten pro Versuch wurde ein mittlerer Attraktivitätskoeffizient berechnet.

Ergebnisse und Diskussion

A) Entwicklung der Larven auf verschiedenen Pflanzen

Die quantitativen Ergebnisse der Fütterungsversuche sind in Tab. 1 zusammengefaßt. Sie zeigen, daß *P. icarus* sich erfolgreich auf Robinie entwickeln kann (mit sogar größerem Endgewicht als auf den angebotenen Kleearten), die Larvalperiode aber deutlich länger dauert als auf den drei einheimischen krautigen Fabaceen (U-Test, $T = 45{,}5$, $p < 0{,}01$). Bei 2 in der Tabelle nicht berücksichtigten Raupen dauerten die letzten beiden Larvenstadien auf Robinie sogar 35 bzw. 37 Tage. Die Dauer des Puppenstadiums war dagegen auf allen angebotenen Futterpflanzen einheitlich. Den mit Abstand größten Zuwachs erreichten die Raupen auf *C. varia*, die auch als geeignete Freilandfutterpflanze bekannt ist. An *Trifolium*-Arten hingegen scheint die Entwicklung beeinträchtigt zu sein, wenn (wie in meinen Versuchen) nur Blätter

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Tabelle 1: Dauer des dritten und vierten Larvenstadiums (DL) und Puppenruhe (DP), Länge (l), Masse (m) und mittlerer Zuwachs (z = m/DL) von *Polyommatus icarus* in Abhängigkeit von der Futterpflanze. Angegeben sind Mittelwerte und Standardfehler von je 9 Tieren. Zwischen m und l besteht ein hochsignifikanter Zusammenhang der Form:

$$m = -93{,}55 + 17{,}24\ l, \quad r = 0{,}95.$$

	C. varia	*T. repens*	*T. pratense*	*R. pseudacacia*
DL [d]	14,9 ± 0,5	14,9 ± 0,4	15,1 ± 0,5	24,1 ± 0,7
DP [d]	11,9 ± 0,3	11,2 ± 0,1	11,7 ± 0,4	10,2 ± 0,3
l [mm]	9,5 ± 0,1	7,4 ± 0,1	7,4 ± 0,2	8,2 ± 0,2
m [mg]	72 ± 4	33 ± 1	37 ± 2	45 ± 4
z [mg/d]	4,81	2,20	2,43	1,87

gefüttert werden. Vermutlich sind Blüten und unreife Früchte als proteinreiche Nahrungsanteile zumindest sehr vorteilhaft, wenn nicht notwendig. In diesem Zusammenhang darf nicht unerwähnt bleiben, daß die verfütterten *Coronilla*-Zweige einzelne Blütenstände enthielten, was sicher den auffälligen Unterschied in der Endgröße und im mittleren Zuwachs gegenüber *Trifolium*-fressenden Raupen beeinflußt, aber nicht alleine verursacht hat.

Die verzögerte Entwicklung auf Robinie (längere Dauer von L_3 und L_4 bei vermindertem mittleren Zuwachs) ist sicher teilweise ebenso diesem Proteinmangel zuzuschreiben, aber auch die Umstellung auf die vermutlich stark abweichende Sekundärstoffzusammensetzung dürfte hier eine wichtige Rolle spielen. Das Fraßbild auf Robinie wich ebenfalls vom üblichen ab: während Raupen von *P. icarus* normalerweise ab L_3 flächig die Fiederblätter befressen, tun sie dies auf *Robinia* erst in L_4. Die L_3 dagegen machen noch weitgehend Schabefraß wie sonst L_1/L_2. Die großen und relativ härteren Blätter von *R. pseudacacia* können wohl anders nicht bewältigt werden. Trotz dieser Schwierigkeiten erreichten die Larven ein höheres Endgewicht als auf die *T. repens* und *T. pratense* (dieses Ergebnis ist aufgrund der kleinen Stichprobe allerdings nur ein Trend: U-Test, T = 67, $0{,}05 < p < 0{,}1$) bei freilich niedrigerem mittleren täglichen Zuwachs. Die Effizienz der Nahrungsverwertung ist demnach auf *R. pseudacacia* deutlich geringer als auf *Trifolium*.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Auf eine andere interessante Beobachtungen soll hier noch hingewiesen werden: bei der Zucht an Robinie trat gelegentlich Kannibalismus auf. Vor allem bereits festgesponnene Präpuppen wurden von anderen L_4-Raupen an- und teilweise vollständig aufgefressen. Gleiches wurde auch an *T. pratense*, nicht aber an *T. repens* und *C. varia* beobachtet. Auch dieser Kannibalismus ist sicher ein Indiz für Proteinmangel während der Zucht auf den genannten Pflanzenarten.

B) Einfluß der Futterpflanze auf die Myrmekophilie

Raupen von *P. icarus* werden im Freiland (zumindest im letzten Stadium) von Ameisen besucht (z. B. SBN 1987) und von ihnen in typischer Weise behandelt: die Ameisen betrillern und betasten die Raupen und fressen die Sekrete des dorsalen Nektarorgans (DNO) (MALICKY 1969 b). Angriffe kommen üblicherweise nicht vor, und die Raupen reagieren auf die Ameisenbesuche noch zusätzlich durch häufiges Ausstülpen der Tentakelorgane (TO). In meinen Versuchen konnte ich diese Beobachtungen im wesentlichen bestätigen (Abb. 1). Die verwendeten Ameisen (*T. caespitum*) zeigten als Angehörige der Unterfamilie Myrmicinae allerdings erwartungsgemäß keine Reaktion auf die TO (vgl. FIEDLER & MASCHWITZ 1988 b). Insgesamt waren die Raupen von *P. icarus* für *T. caespitum* bemerkenswert wenig attraktiv (der Attraktivitätskoeffizient A lag zwischen 0,12 und 8,82, $\bar{x}$ = 2,83, s. Tab. 2), während bei anderen *Polyommatus*-Arten häufig größere Attraktivität beobachtet wurde (z. B. *P. (Lysandra) coridon* PODA: A zwischen 6,77 und 13,23, $\bar{x}$ = 10,16). Noch auffälliger war, daß die Abgabe von DNO-Sekreten recht selten und nur am Ende des vierten Larvenstadiums vorkam (Tab. 2); viele Raupen gaben überhaupt erst Sekrete ab, wenn sie sich schon leicht verfärbt und festgesponnen hatten, also kurz vor der präpupalen Phase. Auch intensives Betrillern der Raupen in der Umgebung des DNO wurde nur bei solchen verpuppungsreifen Raupen beobachtet. Vermutlich wird das DNO erst dann attraktiv, wenn es auch Sekret gespeichert hat, was die Ameisen dann wohl olfaktorisch wahrnehmen können. In der präpupalen Phase selbst ist die Funktion der Epidermaldrüsen dagegen eingeschränkt, und DNO sowie TO können nicht mehr ausgestülpt werden. Im Gegensatz zum stark myrmekophilen *P. coridon* (hier sezernieren die Raupen im Mittel 31 Tropfen DNO-Sekret/h, vgl. FIEDLER & MASCHWITZ 1988 a) und anderen verwandten Arten scheint also die Myrmekophilie bei *P. icarus* insgesamt eher schwach ausgeprägt zu sein.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

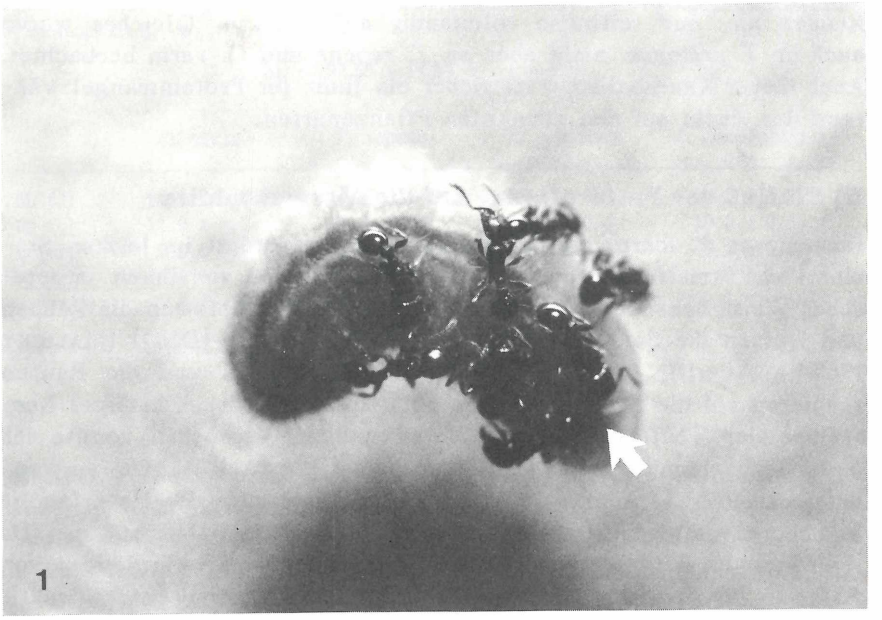

Abb. 1: Raupe von *Polyommatus icarus* im letzten (4.) Stadium, besucht von 8 Arbeiterinnen von *Tetramorium caespitum*. Nur eine Ameise sitzt am dorsalen Nektarorgan (Pfeil).

Die Attraktivität der Raupen wie auch die Fähigkeit zur Nektarsekretabgabe (Sekrettropfenzahl pro Versuchsdauer) war bei Fütterung mit den drei einheimischen krautigen Fabaceen praktisch gleichgroß (trotz des bemerkenswerten Größenunterschieds der Raupen); unabhängig von der Größe der Raupen bzw. von der Effizienz, mit der sie ihre Nahrung verwerten konnten, gaben diese L_4 kurz vor der präpupalen Phase im Mittel 4—5 Tropfen DNO-Sekret in 30 min ab. Die Attraktivität (vermutlich hauptsächlich vermittelt durch die Porenkuppelorgane, s. MALICKY 1969 b) schwankte stark und scheint eher mit dem Alter der Raupen als mit ihrem Futter bzw. Ernährungszustand korreliert zu sein. An den kleineren, auf *Trifolium* gezogenen Raupen waren sogar vermehrt intensive Versuche der Ameisen zu beobachten, die DNO-Sekretabgabe auszulösen. Eine abschließende Analyse bleibt einer späteren Arbeit mit umfangreicherem Zahlenmaterial vorbehalten.

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Tabelle 2: Ergebnisse der Versuche mit L_4 von *P. icarus* und *Tetramorium caespitum*. Das Alter der Raupen ist grob klassifiziert: 1 = junge L_4, 2 = ausgewachsene L_4, 3 = präpupale L_4 mit aktivem DNO, 4 = unbewegliche Präpuppe. Die Attraktivitätskoeffizienten A sind die Mittelwerte aus je 60 Zählungen in 30 min. DNOV ist die Anzahl der Versuche von Ameisen, DNO-Sekrete zu erhalten, DNOS die Anzahl der tatsächlich abgegebenen Sekrettropfen.

a) *Coronilla varia*

Alter	A	DNOV	DNOS
1	0,67	0	0
2	1,61	0	0
2	2,14	0	0
2	3,65	4	0
2	6,98	0	0
2,5	1,02	22	4
2,5	3,62	7	1
2,5	3,98	24	2
3	1,33	41	8
3	1,65	41	8
3	1,96	39	5
3	3,76	41	7

b) *Trifolium pratense* (p) und *T. repens*

Alter	A	DNOV	DNOS
2 (p)	1,37	0	0
2,5	3,02	61	3
2,5	8,82	48	3
3 (p)	1,31	49	5
3 (p)	1,80	41	4
3	1,95	30	5
3	2,43	36	4
3	2,83	64	8
3 (p)	4,12	71	3
3	5,65	36	3
3 (p)	6,07	60	2
4 (p)	1,88	0	0
4 (p)	3,17	10	0
4 (p)	4,80	41	0

c) *Robinia pseudacacia*

Alter	A	DNOV	DNOS
1	0,75	0	0
1	1,22	1	0
2	0,12	0	0
2	0,42	0	0
2	0,93	1	0
2	1,36	0	0
2	2,52	0	0
2	2,81	0	0
2	7,91	2	0
3	0,32	0	0
3	1,88	1	0
3	2,62	7	(1)
3	3,95	9	0
3	4,00	0	0

Ganz anders verhielt es sich dagegen mit den Raupen auf *R. pseudacacia*: nur in einem einzigen Fall konnte hier eine Sekretabgabe (und

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

auch diese nicht mit letzter Sicherheit) beobachtet werden. Auch intensives Betrillern am DNO kam nur selten vor; das DNO war bei diesen Raupen für *T. caespitum* auffallend unattraktiv. Dagegen war der Ameisenbesuch insgesamt nicht signifikant geringer als bei den Raupen auf *Coronilla* oder *Trifolium*.

Anscheinend ermöglicht die Futterpflanze *R. pseudacacia* zwar noch eine erfolgreiche Entwicklung, aber die Nährstoffbilanz ist derart knapp, daß keine energiereichen Sekrete mehr für die Myrmekophilie aufgewendet werden können. Damit ist aber erstmals eine experimentelle Bestätigung der über 100 Jahre alten Hypothese von EDWARDS (1878) erbracht, daß tatsächlich die Fähigkeit von Bläulingsraupen zur Abgabe von Futtersekreten und ihre Attraktivität für Ameisen von der Futterpflanzenart oder -qualität abhängen kann. Inwieweit sich ein solches Ergebnis auch mit "natürlichen" Futterpflanzen reproduzieren läßt, soll Gegenstand weiterer Versuche sein.

Die Ergebnisse zur Larvalentwicklung und Myrmekophilie zeigen wieder einmal deutlich, daß selbst an trivialen einheimischen Tagfaltern noch zahlreiche interessante biologische Fragestellungen zu klären sind. Im Falle von *P. icarus* sind dies z. B. Fragen der im Freiland tatsächlich genutzten (und geographisch sicher unterschiedlichen) Wirtspflanzen und deren Einfluß auf autökologische Parameter wie Wachstumsgeschwindigkeit, Fekundität oder auch myrmekophile Assoziationen: Wie polyphag ist *P. icarus* im Freiland wirklich, und welche Bedeutung hat diese Polyphagie für die Ökologie dieser Art und ihre Evolution innerhalb der Großgattung *Polyommatus*? Zuchtexperimente wie das geschilderte an Robinie haben sicher keine unmittelbare Bedeutung für freilandökologische Untersuchungen (die baumförmige Robinie kommt schon aus ethologischen Gründen nicht als Futterpflanze in Frage, denn *P. icarus* sucht zur Eiablage stets die Krautschicht ab), aber sie zeigen die Leistungsmöglichkeiten und -grenzen der untersuchten Arten und damit oftmals den Weg für neue Experimente. So war der Anlaß für die hier beschriebenen Versuche einzig die Suche nach praktikablen Zuchtmethoden für eine allgemein bekannte Bläulingsart.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Zucht von *P. icarus* auf Robinie möglich ist und wegen der leichten Verfügbarkeit und schnellen Handhabung dieses Futters für Massenzuchten durchaus empfohlen werden kann. Allerdings ist mit verzögerter Entwicklung, Auftreten von Kannibalismus und Einschränkung der Myrmekophilie zu rechnen, für Weiterzucht über mehrere Generationen auch mit verminderter Fekundität der Weibchen, da diese deutlich kleiner bleiben als beispiels-

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

weise bei der Zucht mit *C. varia*. Es wäre interessant, ähnliche Versuche mit einer größeren Anzahl von Futterpflanzen oder auch mit anderen, vermeintlich polyphagen Bläulingsarten durchzuführen.

Ich danke meinem Freund Wolfgang A. NÄSSIG für seine kritischen Anregungen zu diesem Artikel; Dank auch Prof. Dr. U. MASCHWITZ für die Möglichkeit, in seinem Arbeitskreis zu arbeiten. Dieser Beitrag ist Teil eines umfassenderen Dissertations-Projekts, das von der Studienstiftung des deutschen Volkes gefördert wird.

Literatur

EDWARDS, W. H. (1878): Notes on *Lycaena pseudargiolus* and its larval history. – Can. Entomol. **10**: 1–14.

ELGAR, M. A., & PIERCE, N. E. (1988): Mating success and fecundity in an ant-tended lycaenid butterfly. In: CLUTTON-BROCK, T. H. (Hrsg.): Reproductive success: studies of selection and adaptation in contrasting breeding systems. – University of Chicago Press.

FIEDLER, K. (1988): Die Beziehungen von Bläulingspuppen (Lepidoptera: Lycaenidae) zu Ameisen (Hymenoptera: Formicidae). – Nachr. entomol. Ver Apollo, N. F. **9**: 33–58.

———, & MASCHWITZ, U. (1988 a): Functional analysis of the myrmecophilous relationships between ants (Hymenoptera: Formicidae) and lycaenids (Lepidoptera: Lycaenidae). II: Lycaenid larvae as trophobiotic partners of ants – a quantitative approach. – Oecologia **75**: 204–206.

———, & ——— (1987 [1988 b]): Functional analysis of the myrmecophilous relationships between ants (Hymenoptera: Formicidae) and lycaenids (Lepidoptera: Lycaenidae). III. New aspects of the function of the retractile tentacular organs of lycaenid larvae. – Zool. Beitr., N. F., **31**: 409–416.

MALICKY, H. (1969 a): Übersicht über Präimaginalstadien, Bionomie und Ökologie der mitteleuropäischen Lycaeniden. – Mitt. entomol. Ges. Basel **19**: 25–31.

——— (1969 b): Versuch einer Analyse der ökologischen Beziehungen zwischen Lycaeniden (Lepidoptera) und Formiciden (Hymenoptera). – Tijdschr. Entomol. **112**: 213–298.

SBN (Hrg.) (1987): Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten, Gefährdung, Schutz. – xii + 516 S., Schweizerischer Bund für Naturschutz.

WEIDEMANN, H.-J. (1986): Tagfalter. Bd. 1: Entwicklung – Lebensweise. – 288 S., Melsungen (Neumann-Neudamm).

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Biol. Konrad FIEDLER, AK Ethoökologie, Zoologisches Institut der J. W. Goethe-Universität, Siesmayerstraße 70, D-6000 Frankfurt/Main